LE HÊTRE EST-IL UNE ESSENCE AMÉLIORANTE ?

INDICE BIBLIOGRAPHIQUE : 12-26-22-23-52

C'est une question actuellement très discutée de savoir si le Hêtre est générateur d'humus doux ou d'humus acide, s'il est une essence *améliorante*, ou *acidifiante*. La thèse classique des forestiers français tient plutôt le Hêtre pour améliorant, alors que beaucoup de pédologues et de forestiers étrangers, notamment d'Europe Centrale et de Suisse, considèrent le Hêtre comme une essence particulièrement acidifiante. Avant de prendre parti et de tirer des conclusions nous commencerons par exposer brièvement les deux théories en présence.

I. — LE HÊTRE, ESSENCE AMÉLIORANTE

Il est classique de considérer la feuille de Hêtre, comme donnant naissance, par sa décomposition, à de l'humus doux : c'est ce que Schaeffer a exprimé très clairement (13), en montrant que même sur sol pauvre en chaux, le Hêtre accumule par sa couverture morte à la surface du sol forestier, le calcium qu'il puise par ses racines dans les couches profondes du sol, où cet élément n'existe qu'à l'état diffus et à concentration très faible : le Hêtre s'oppose ainsi, dans une certaine mesure, grâce à sa couverture morte très abondante, au lessivage des bases et en particulier du calcium, en ramenant ainsi chaque année une quantité non négligeable de chaux en surface. La teneur en calcium de la feuille de hêtre, comme l'a montré Hesselmann (7), est en effet relativement élevée, plus que celle de la feuille de chêne; le pH de la feuille de hêtre est supérieur à 5,3 (5,3 à 6,6) alors que celle du Chêne n'est que de 4,8 (Boudru 3, Hesselmann 7).

La Hêtraie d'humus doux, surtout fréquente en plaine, est trop connue pour qu'il soit nécessaire d'insister à son sujet : la flore dite du Hêtre, comprenant en particulier, *Milium*

effusum, *Melica uni*[illegible]*ra*, *Asperula odorata*, *Lamium Galeobdolon*, *Anemone nem*[illegible]*sa*, ne fait que traduire cette bonne qualité de l'humus.

Nous avons pu pra[illegible]quer certains dosages de calcium échangeable, et des mesures de pH, dans des hêtraies à humus doux sur sol non calcaire (1). Le résultat de ces dosages confirme en tous points, la manière de voir exposée ci-dessus : On constate en effet que le pH de l'horizon A1 (horizon supérieur, humifère, caractérisé par un mélange d'éléments minéraux et d'humus colloïdal), est toujours supérieur au pH de l'horizon A2 (horizon situé immédiatement en dessous, non humifère), à l'inverse de ce qui se passe dans une Chênaie pure. (Aubert et Duchaufour 1.) La teneur en chaux échangeable donne les mêmes indications.

Citons les deux exemples suivants :

Hêtraie du parc du domaine de l'Académie d'Agriculture d'Harcourt (Eure), sur limons non calcaires, sol brun lessivé; flore d'humus doux typique.

pH A 1 : 6,5.
A 2 : 5,5.

Chênaie-Hêtraie (50 % de Hêtre dans l'étage dominant) en forêt de Bercé (Sarthe). La Gaie Mariée, parcelle E 3, flore d'humus doux, sol brun lessivé sur argile à silex très décalcifiée.

pH	A 1 : 5,7	Teneur en chaux échangeable	A 1 : 1,5
	A 2 : 5,5	(milliéquivalent pour 100 gr.)	A 2 : 0,8

Donc, le pH est sensiblement relevé par l'apport de l'humus de hêtre, et dans le second cas, la teneur en calcium échangeable est presque doublée.

2. — Le hêtre, essence acidifiante.

Beaucoup d'auteurs considèrent au contraire le Hêtre, comme acidifiant. Certains ont étudié la composition chimique des feuilles, d'autres se sont livrés à des essais de décomposition dans des milieux variés et ont examiné ensuite les résultats obtenus.

(1) Sur roche-mère calcaire, la neutralité de l'humus doit être attribuée avant tout à la saturation immédiate des acides humiques par le calcaire existant dans le sol.

Hesselmann (7), fut un des premiers à constater *l'extrême lenteur de la décomposition des feuilles du Hêtre*, mise en lumière de façon plus probante encore par les expériences d'Etter (5) et de Richard (10) : celles-ci ont montré que si l'on suit sur le terrain la décomposition d'un mélange de feuilles de différentes espèces, les feuilles de hêtre, sont parmi les dernières à s'humifier. Cette très lente transformation de la litière du Hêtre s'explique aisément par la composition chimique de la feuille : Rübner (12) a montré que le rapport cellulose-lignine est particulièrement faible (Hêtre 16/22, Chêne : 22/10), ce que Wittich (14) a exprimé d'une autre manière en calculant le rapport $\frac{\text{Carbone}}{\text{Azote}}$, plus élevé chez le Hêtre, que chez la plupart des autres essences.

Ces conditions sont particulièrement peu favorables à l'activité bactérienne à laquelle la litière du Hêtre se montre très résistante.

De plus, si le taux de calcium de la feuille de Hêtre est, nous l'avons dit, assez élevé en moyenne, il est très variable contrairement à ce qui s'observe pour la plupart des autres essences. Comme l'a montré Hesselmann (7), le pH de la feuille de hêtre varie, suivant la teneur en calcium du substratum minéral, entre 5,3 et 6,6 : il est d'autant plus élevé que le sol est lui-même plus riche en chaux échangeable.

A côté des Hêtraies à humus doux, il existe en effet des Hêtraies acidiphiles, sur sols très décalcifiés, en montagne, ainsi qu'en toutes régions à climat humide et peu ensoleillé. Ce type de forêt, fréquemment décrit à l'étranger (Bornebusch 2, Rübel 11) existe en France, où il est caractérisé par une épaisse accumulation d'humus acide (horizon Ao), par une couverture morte à décomposition très lente (les feuilles gardent leur structure souvent pendant plus de 2 ans,) enfin par une flore très pauvre, extrêmement acidiphile, comprenant surtout *Deschampsia flexuosa*. Citons par exemple, sur grès bigarrés, la partie haute de la forêt de Darney, étudiée par François (6), dans laquelle le pH en surface oscille entre 4 et 4,5; un autre exemple est la forêt de Breuil dans le Morvan (sur granite) où nous avons pu mesurer en surface des pH extrêmement bas, parfois inférieurs à 4 (3,9 à 4,3); à une altitude plus basse, dans une forêt où le Chêne et le Charme étaient mélangés au Hêtre, le pH

était au contraire de 5,6 (route de Vézelay à Quarré-les-Tombes, à 10 km de Vézelay). Dans ce cas particulier, ce sont donc les deux essences compagnes du Hêtre qui jouent le rôle d'essences améliorantes.

La forêt du Cranou, sur grès dévoniens, dans le Finistère, montre un cas de dégradation du sol très poussée, en climat très humide sous l'action de l'humus acide produit par le Hêtre. Sous une futaie de Hêtre presque pur (canton du Loabou), le sol est du type podzolique passant au podzol. La teneur en matière organique est extrêmement élevée pour un sol forestier : en surface on trouve un horizon Ao (75 % de matière organique sur 20 centimètres d'épaisseur), à 30 centimètres de profondeur la teneur en matière organique est encore de 10 % et à 40 centimètres, de 6 %.

pH Ao : 4,2 — pH A2 : 5. La flore est caractérisée par une dominance de *Vaccinium Myrtillus*.

Notons que dans ces hêtraies acidiphiles le pH de Ao et A1 est toujours inférieur à celui de A2, ce qui prouve bien que le Hêtre est ici acidifiant à l'inverse de ce qui se passe dans la hêtraie à humus doux.

3. — L'influence du milieu.

Si on se borne à considérer les résultats des analyses de la feuille de hêtre et les résultats expérimentaux qui ont trait à son humification, on constate que les facteurs favorables à la formation d'humus doux, voisinent avec des facteurs défavorables : c'est là la clef des observations contradictoires qui ont pu être faites, à ce sujet. Les facteurs intrinsèques qu'on peut qualifier de favorables sont, *l'abondance de la couverture morte*, et *sa teneur moyenne en chaux relativement élevée*. Les facteurs défavorables sont la *résistance de la feuille à l'action des bactéries*, causée par une teneur élevée en lignine, et la *variabilité du taux de calcium donc du pH*, en fonction du sol minéral. On conçoit dès lors l'importance toute particulière des facteurs extérieurs et du milieu. La même « matière première » pourra donner un produit final très différent, suivant les conditions de sa transformation.

Ce qui est à craindre, c'est, en cas de *décomposition lente* de la litière le départ progressif de la chaux qu'elle contient par lessivage et son remplacement par des ions H +, ce qui provoque la formation d'acides humiques non saturés, donc d'humus brut.

Si, au contraire, la décomposition de la couverture morte peut avoir lieu assez rapidement en raison des conditions extérieures très favorables, les pertes de chaux par lessivage sont minimes, et il se produit finalement des humates de chaux peu acides, qui ne risquent pas de provoquer la podzolisation du substratum minéral. Le calcium est en quelque sorte retenu par les acides humiques.

Cela nous amène à mettre en lumière l'action des deux facteurs essentiels du milieu forestier :

a) *Action du climat :*

En climat doux, et suffisamment humide sans excès, les conditions de l'activité bactérienne seront à leur optimum; malgré les facteurs intrinsèques défavorables, la décomposition de la feuille de hêtre sera relativement rapide, et le produit final pourra être un *humus doux*, en raison de l'abondance de la litière, et de sa forte teneur en chaux, dans les conditions de sol les plus favorables tout au moins.

Au contraire, en climat humide ou froid (climat montagnard et climat breton) l'activité bactérienne est ralentie. La décomsition de la couverture morte est d'autant plus lente que les facteurs internes, sa composition en particulier, sont également peu propices : dans ces conditions, le calcium est progressivement lessivé par les eaux d'infiltrations, et un humus brut, acide, de structure lamellaire a tendance à prendre naissance.

b) *Action du sol* :

Sur un sol minéral, relativement riche en calcium échangeable (sols bruns, sols faiblement lessivés), le produit final de l'humification sera toujours un humus plus riche en chaux, donc plus proche de la neutralité, que sur un sol pauvre en chaux échangeable : cette pauvreté peut être inhérente à la roche-mère (cas des grès vosgiens) ou résulte d'un lessivage antérieur des bases par des processus pédologiques (sols podzoliques ou podzols).

L'action des deux facteurs climat et sol, peut être orientée dans le même sens et dans ce cas, l'effet se cumule. Dans d'autres cas, au contraire, les deux facteurs peuvent agir en sens opposé, et les effets se retrancher ou même s'annuler plus ou moins : on conçoit ainsi qu'on puisse trouver toutes les formes inter-

médiaires entre l'humus parfaitement doux et l'humus brut tout à fait acide. Mais il semble que des deux facteurs, le plus important, soit sans contestation possible, le facteur climatique : en climat montagnard froid et humide, l'acidification des sols de hêtraie est à peu près constante (1); le phénomène est, par contre moins net, à une altitude plus élevée en climat à tendances subalpines, où l'intensité des radiations, compense, dans une certaine mesure, la faible température moyenne de l'atmosphère et réveille, au moins à certaines périodes, l'activité bactérienne (Hêtraies de protection à la limite de la végétation forestière).

On peut alors résumer ces conclusions dans le tableau suivant :

CLIMAT	SOL	ÉTAT DE L'HUMUS	EXEMPLES
Doux (plaine)	Brun forestier peu lessivé.	Humus doux.	La plupart des forêts du secteur ligérien.
Doux (plaine)	Podzolique ou podzol	Tendance à l'acidification.	Forêt d'Écouves sur quartzites du silurien.
Montagnard humide	Sol jeune ou peu lessivé roche-mère riche en bases.	Acidification nette.	Hêtraies sur granites.
Montagnard humide	Sol pauvre en bases échangeables.	Acidification accentuée.	Hêtraie des Basses-Vosges (Grès vosgien). Finistère (Grès primaire).

4. — Conclusion.

Nous constatons donc que le Hêtre donne de l'humus doux d'abord sur sol calcaire, en toutes conditions; également sur sol non calcaire, en climat doux, en climat de plaine à humidité optima, à condition que le sol soit peu lessivé et peu acide. En pareil cas, le Hêtre joue un rôle très favorable, il prévient l'acidification du sol qui est une menace toujours possible.

Par contre, en climat de Montagne et en climat très humide (climat breton) et sur des sols pauvres, *déjà acides*, le Hêtre ne fait qu'accentuer leur caractère d'acidité, et accélérer leur lessivage : il a alors une action très défavorable.

(1) Il faut mentionner l'exception des hêtraies sur le sols calcaires, toujours à humus doux, en raison du fort pouvoir tampon du sol minéral.

Il est facile de déduire de ces considérations, quelles sont les possibilités de l'utilisatibn du Hêtre, en vue de la constitution d'un sous-étage dans des plantations ou en forêt. En une formule brève, on peut dire que le *Hêtre est un excellent préventif, mais un mauvais curatif*.

L'emploi du Hêtre en sous-étage dans les forêts de Chênes purs du secteur ligérien, est à recommander : le sol est en général du type brun, faiblement lessivé, le climat est favorable à une bonne décomposition des feuilles; le Hêtre joue alors une action préventive, vis-à-vis de l'acidification superficielle du sol, et du lessivage des horizons inférieurs. L'humus qui résulte de la décomposition finale du mélange de feuilles de Chêne et de Hêtre, est plus abondant et plus riche en chaux, que celui qui résulte de la décomposition des feuilles de chênes à l'état pur. Notons en passant qu'une certaine proportion de charme en mélange avec le Hêtre est loin d'être défavorable à l'état du sol, en raison de la très grande rapidité de décomposition de la feuille de Charme (Wittich 14).

Par contre il semble qu'en dehors de la chênaie de plaine, en bon état, et sur le sol encore non lessivé ou peu lessivé, l'utilisation du Hêtre en sous-étage soit plus contestable dans tous les autres cas; bornons-nous à citer quelques cas typiques, pour lesquels l'utilisation du Hêtre, ne semble pas à recommander.

D'abord, et cela résulte de ce que nous venons de dire, il paraît dangereux d'introduire du Hêtre en montagne : c'est dans les hêtraies pures, au contraire, qu'il pourrait être utile d'introduire d'autres essences en mélange, par exemple les Érables, le Sorbier des oiseleurs.

Ensuite, l'utilisation du Hêtre sur des sols acides et fortement podzolisés, à peu de chance de donner de bons résultats. Dans le milieu défavorable que constitue un humus déjà acide, la feuille de hêtre se décomposera lentement et le résultat final sera une acidité encore plus marquée.

Enfin, il paraît nécessaire de proscrire l'emploi du Hêtre en vue de créer un sous-étage sous des plantations de résineux et notamment de pins. Il s'agit le plus souvent de sols déjà très lessivés, donc très pauvres en chaux; de plus le pin est extrêmement acidifiant et ses feuilles se décomposant très lentement créent un milieu défavorable à l'activité bactérienne qui reste très faible. On conçoit que dans ces conditions, les

feuilles de Hêtres se décomposent trop lentement pour améliorer l'état de l'humus.

Mais demandera-t-on, quelle espèce devra-t-on préférer au Hêtre pour constituer un sous-étage dans de telles conditions? Ce problème est difficile à résoudre, car les espèces dont les feuilles sont très facilement décomposables, tels que le Frêne, l'Orme, sont particulièrement exigeantes et par conséquent ne peuvent convenir à un tel usage. Les espèces très frugales et dont les feuilles offrent une décomposition rapide sont rares : ce sont celles qui peuvent fixer l'azote atmosphérique soit par des nodosités (légumineuses, Aunes) soit par leurs mycorhizes. Grâce à ce processus, la teneur en azote de la feuille est très élevée ce qui abaisse le rapport $\frac{C}{N}$ et favorise son attaque par les bactéries.

Il semble que l'Aune blanc et l'Aune à feuille en cœur (*Alnus incana* et *Alnus cordata*) ainsi que le Robinier faux-acacia, présentent un intérêt exceptionnel pour la constitution d'un sous-étage, en raison de cette remarquable propriété, et aussi parce que ce sont des espèces extrêmement plastiques, susceptibles de s'adapter à des conditions de sols et de climats très variées.

La seule difficulté réside dans le fait que ces diverses essences, assez exigeantes en lumière paraissent peu aptes à constituer un sous-étage sous un peuplement résineux dense. L'Aune à feuilles en cœur semble à cet égard plus tolérant que l'Aune blanc. Quant au Robinier faux-acacia, il a été employé avec succès, au dire de Perrin (8), en Allemagne, dans le domaine de Hohenlübbichow, pour constituer un sous-étage sous un peuplement de pins, dont il supporterait relativement bien le couvert. Mais le Robinier présente l'inconvénient grave d'être épineux, ce qui gêne son exploitation.

Constatons, pour conclure, que le problème du sous-étage est encore loin d'être résolu.

Ph. DUCHAUFOUR

BIBLIOGRAPHIE

1. AUBERT et DUCHAUFOUR : *Les sols du domaine d'Harcourt*, comm. à l'Académie d'Agriculture de France, 20 novembre 1946.
2. BORNEBUSCH (C. H.) : *Die Florentypen der dänischen Buchen wälder und ihre wirtschaftliche Bedeutung*, Forstw. Centralbl. 1931.

3. BOUDRU : *A propos de certaines propriétés des feuilles et aiguilles mûres de nos arbres forestiers en liaison avec leur pouvoir améliorant, Bulletin de la Société Centrale forestière de Belgique*, mars-avril 1947, p. 129-162.
4. BURGER : *Bodenverbesserungsversuche. Mitteil der Schweizerischen Anstalt für das forstl. Versuchswesen*, Zurich 1946.
5. ETTER : *Pflanzensoziologische und bodenkundliche Studien an schweizerischen Laubwäldern. Mitteil der Schweiz. Anstalt für das forstl. Versuchswesen*, Zurich 1943.
6. FRANÇOIS : *La forêt de Darney-Martinvelle. Revue des Eaux et Forêts*, Janvier, février, mars 1945.
7. HESSELMANN : *Studier over barrskogens humusstäcke dess egenskaper och beroende av skogsvarden. Meddel fran statens skogförsöksanstalt*, Stockolm 1926.
8. PERRIN : *Impressions forestières d'Allemagne. Revue des Eaux et Forêts*. 1937, p. 303-314.
9. POURTET : *Les repeuplements artificiels*. École nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 1946.
10. RICHARD : *Der biologische Abbau von Zellulose und Eiweiss Testschnüren im Boden von Wald und Rasengesellschaften. Mitteil der Schweiz. Anstalt für das forstl. Versuchswesen*, Zurich 1945.
11. RUBEL : *Die Buchenwälder Europas. Verlag Hans Hüber. Berne*, Berlin 1932.
12. RUBNER : *Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus*. Éd. J. Neumann, Neudmann 1934.
13. SCHAEFFER : *Travaux récents sur la pédologie forestière* (Revue de la Société forestière de Franche-Comté et de l'Est) T. XX 1933, (p. 7-83).
14. WITTICH : *Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand.* Forstarch Hannover, 1943, p. 1-18.
